

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОУСТРОЙСТВ В МЕДИЦИНЕ

Орехова И.А., Баранов А. П.

*УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов
медицинский университет»*

Наноподстройства, как составная часть нанотехнологии (технологии манипулирования веществом на атомном и молекулярном уровне), представляет большой интерес в такой сфере как, медицина. Почему медицина? Потому что проблемы здоровья человека, правильная диагностика того или иного заболевания, новейшие, более перспективные методы лечения, являются основными задачами медицины. Однако здесь следует отметить, что нанотехнологии — едва ли не первая научно-исследовательская область, которая порождает критику прежде, чем в ней появляются сами достижения.

В настоящее время существует множество публикаций в сети Internet, в которых описываются медицинские наноподстройства для различных медицинских целей, и которые, в свою очередь, имеют конечный размер 3 нм^3 , который включают 2 нм^3 со встроенной нанобиоэлектроникой и 1 нм^3 как внутреннее пространство, транспортирующее вещества для медицинских целей. Изначально, целью таких наноподстройств является непосредственный контакт с телом человека, и в частности, с кровеносной системой /2/ Что понимается под «непосредственным контактом с телом человека» - не что иное, как полное внедрение в кровеносную систему. Предполагаемая цель такого внедрения может заключаться в следующем: диагностика и лечение различных заболеваний, к числу которых, можно отнести заболевания, связанные с поражением глубоких вен конечностей (тромбозы, тромбозфлебиты и т.д.), болезни сосудистой системы (ишемический инсульт, атеросклероз сосудов, инфаркт миокарда), рак, аутоиммунные заболевания, которые могут проявляться в поражении сосудов различных размеров — системная красная волчанка, синдром Шегрена, антифосфолипидный синдром

Не секрет, что организм человека представляет собой отлаженную функциональную систему. Каждая подсистема такой системы, будь то внутренние органы, сосуды, клетки, ткани функционируют, основываясь на взаимосвязи. Так что же будет, если в одну область такой подсистемы, например, кровеносную сис-

тему, (здесь имеется в виду структуры жидкой части крови) внедрить объект инородного происхождения – медицинское наноустройство?

Текущие исследования в нанoeлектронике и нанотехнологии обеспечивают открытия в будущем, которые сделают возможным производство молекулярной машины, включающей внедренные и интегрированные устройства, которые могут состоять из передающих данные, обеспечивающих дистанционный контроль и связывающих подсистемы источника питания, элементов, необходимых для функционирования медицинских наноустройств. Предлагаемый прототип медицинского наноустройства должен быть снабжен необходимыми элементами для мониторинга наиболее важных аспектов своей рабочей среды. Также, наряду с возможными аспектами производства, прототип медицинского наноустройства должен соответствовать некоторым актуальным физическим вопросам.

Первый и, по-видимому, самый значительный - что это за вещество, из которого может быть изготовлено наноустройство для медицинских целей? [1]

В настоящее время выдвигается ряд предположений относительно вещества, из которого должно быть изготовлено наноустройство. В некоторых публикациях, имеющихся в сети Internet, выдвигается предположение, что таким веществом может быть алмаз. Однако если принимать во внимание параметры кристаллической решетки алмаза (стенки), которые равны 0,357 нм, и объем элементарной ячейки 0,015 нм³, а также, то, что в рассматриваемом нами наноустройстве может уместиться 200 элементарных ячеек алмаза, а это говорит о том, что данное наноустройство является весьма твердым веществом, что принципиально недопустимо. Поэтому вещество, из которого может быть изготовлено и смоделировано медицинское наноустройство в настоящее время вызывает много вопросов.

Далее следует ещё один немаловажный вопрос – размер наноустройства. Как было сказано выше, предполагаемая задача для наноустройства – внедрение в кровеносную систему человека. Однако кровь человека состоит из форменных элементов и плазмы. Соотношение частей крови: плазма - 55-60 %, форменные элементы - 40-45 %. В свою очередь размеры различных видов форменных элементов варьируются от 2 (тромбоциты) – 14 (лейкоциты) мкм.

На основе этих данных можно сделать вывод, что медицинское наноустройство должно иметь размер, который изменяется по мере продвижения наноустройства по кровеносному руслу. Так как наноустройство, размеры которого остаются постоянными просто не «выживет» в кровеносной системе при взаимодействии с форменными элементами указанных размеров.

Так же при моделировании и производстве медицинского наноустройства необходимо учитывать как планируемую среду внедрения, так и движение медицинского наноустройства в этой среде, и будет ли оно подчиняться законом классической гидродинамики. С большей вероятностью, можно ответить, что нет. Так как, законы классической гидродинамики описывают движение идеальной, несжимаемой жидкости. В нашем же случае, среда внедрения – это кровь человека, которая должна быть отнесена к неньютоновским жидкостям, вязкость которых зависит от давления и градиента скорости. Также вязкость крови зависит от размера кровеносного сосуда – в крупных сосудах (аорте, артерии), эритроциты собираются в агрегаты и в этом случае, вязкость крови увеличивается. В мелких сосудах (мелкие артерии, артериолы) агрегаты распадаются на отдельные эритроциты, тем самым, уменьшая вязкость крови. При движении крови по сосудам наблюдается концентрация форменных элементов в центральной части потока,

где вязкость соответственно увеличивается. Наряду с вязкостью, кровь обладает ещё одним функциональным свойством – пластичностью, а это, говорит о том, что законы классической гидродинамики не применимы для медицинского наноустройства.

В действительности такой отрасли, как наномедицина, в которой используются различные функционирующие медицинские наноустройства, пока не существует, а существуют лишь отдельные проекты, позволяющие двигаться вперед и прогнозировать появление наномедицины, в ближайшем будущем, а вот перспективность, целесообразность применения отдельных наноустройств в организме человека с точки зрения физики вызывает пока сомнения. Возможно, в ближайшем будущем, ответы на возникающие вопросы будут получены, и тогда роль, целесообразность применения наномедицины для жизни человека будет неоспорима.

Литература:

1. Бохан Ю.И., Орехова И.А. «Микро- и наноустройства в медицине. Физические принципы реализации» // «Наноструктурные материалы – 2008: Беларусь – Россия – Украина» Материалы первой международной научной конференции. Минск, 22- 25 апреля 2008г. с 577-578.
2. Cavalcanti A., Shirinzadeh B., A Freitas Jr R., Hogg T. «Nanorobot architecture for medical target identification» // Nanotechnology 2008. Vol 19,015103.